

Depuis la loi sur l'Eau de 1992, précisée par celle de 2006, tous les volumes d'eau prélevés dans le milieu naturel doivent être mesurés, et ce, pour permettre une meilleure gestion de la ressource en eau. Cette obligation concerne tout utilisateur (commune, industriel, agriculteur, ...).

Les gestionnaires de réseaux d'irrigation gravitaire ont donc besoin d'un outil pour mesurer ces volumes. Ils pourront ainsi :

- être en conformité avec la réglementation,
- gérer au mieux la ressource en eau dont ils disposent.

MESURE DES DÉBITS ET DES VOLUMES DÉRIVÉS PAR LES CANAUX GRAVITAIRES

Sur les canaux à surface libre, on ne peut pas utiliser des compteurs comme sur les conduites sous pression.

Mais on peut mesurer le niveau du fil d'eau. Avec une échelle limnimétrique ou une sonde, on obtient des **MESURES LIMNIMÉTRIQUES**. Elles permettent de déterminer le débit d'un canal.

On peut alors calculer le volume d'eau qui y transite.



Mais, **ATTENTION**, la validité des mesures n'est garantie que si :

- l'emplacement de l'outil de mesure est bien choisi en fonction de la configuration du canal,
- les lectures de l'échelle ou les relevés des sondes sont faits sous certaines conditions.

DU PLUS SIMPLE
AU PLUS COMPLEXE

DES SYSTÈMES DE MESURE ADAPTÉS

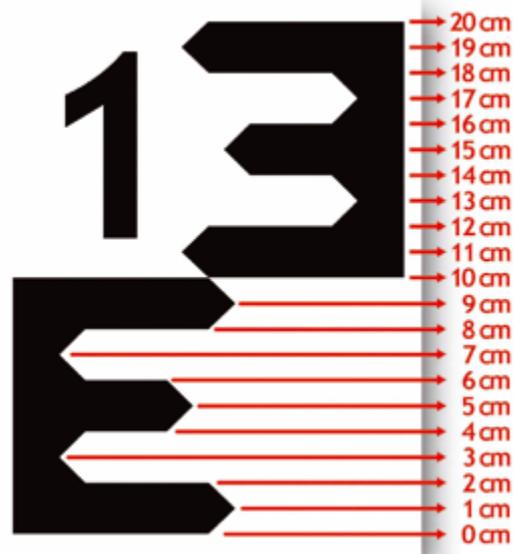
L'ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE



C'est une règle verticale permettant de repérer le niveau du fil d'eau au cm près. Elle est constituée d'une tôle émaillée graduée en cm et lisible de loin.

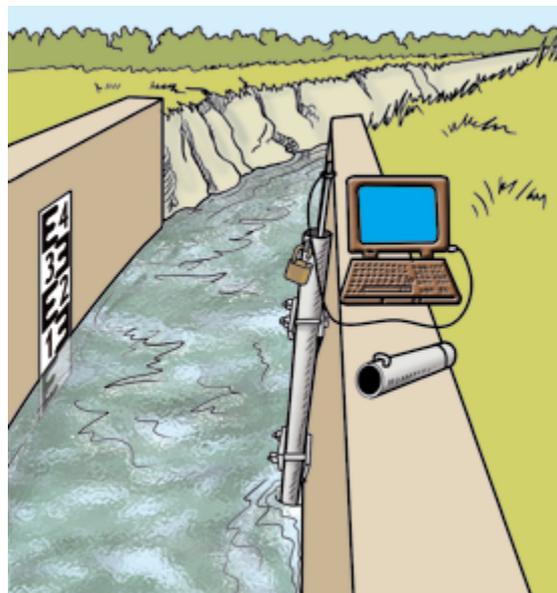
Le relevé est manuel et nécessite des visites régulières sur le terrain.

Détail d'une échelle
Exemples de lecture du repère de fil d'eau



LA SONDE LIMNIGRAPHIQUE

C'est une sonde électronique qui enregistre le niveau du fil d'eau. Le matériel est installé dans un tube de protection fixé près d'une échelle limnimétrique qui sert de référence. La sonde est étanche et immergeable. Il existe différents modèles fonctionnant sur différents principes. L'avantage de ce type d'appareil est que les niveaux sont enregistrés régulièrement et automatiquement avec un pas de temps que l'on choisit. Les données sont stockées dans une mémoire consultable par l'utilisateur à tout moment grâce à un ordinateur.



La sonde peut aussi servir de capteur de régulation du canal : elle commande alors directement une vanne de régulation. Ce système apporte plus de confort et plus de précision. Il est cependant plus onéreux et mieux adapté aux canaux à débit important.

Exemple de courbe donnée par une sonde



COMBIEN ÇA COÛTE ?

	SONDE		ÉCHELLE
Sonde	1000 €	Echelle	50 €
Installation	400 à 500 €	Installation	300 à 400 €
Tarage	600 à 800 €	Tarage	600 à 800 €

Ces tarifs sont indicatifs et correspondent à des entreprises privées. Dans certains départements, les Fédérations d'ASA proposent également ce type de prestations à moindre coût.

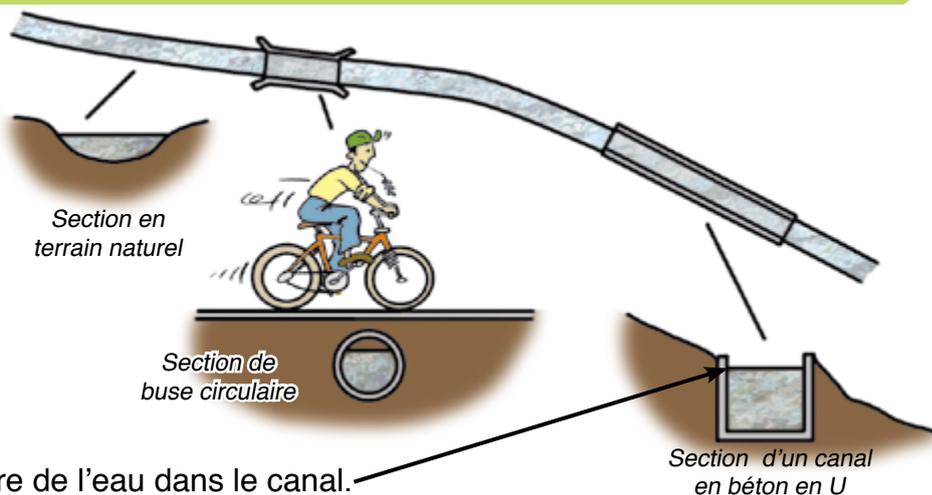
POUR AVOIR
DES
MESURES PRÉCISES

QUELQUES RÈGLES À RESPECTER IMPÉRATIVEMENT

EXIQUE

La section est une coupe verticale perpendiculaire à l'axe du canal en un endroit précis. La section qui reçoit l'appareil de mesure est la **station de mesure**.

Le fil d'eau est la surface supérieure de l'eau dans le canal.



La réglementation impose une mesure à la prise ! Cette condition est souvent difficile à respecter.

- La prise peut être précaire, exposée à la violence des crues. Un appareil de mesure installé dans ces conditions ne sera pas fiable ; il risque d'être détruit.
- La prise a souvent été réalisée pour régler le débit entrant, évacuer les matières solides (décanteur, grille ...) ; rien n'a été prévu pour installer un point de mesure à cet endroit.

Souvent une décharge à l'aval permet la régulation du canal. Il est préférable alors d'installer le système de mesure après cette décharge.

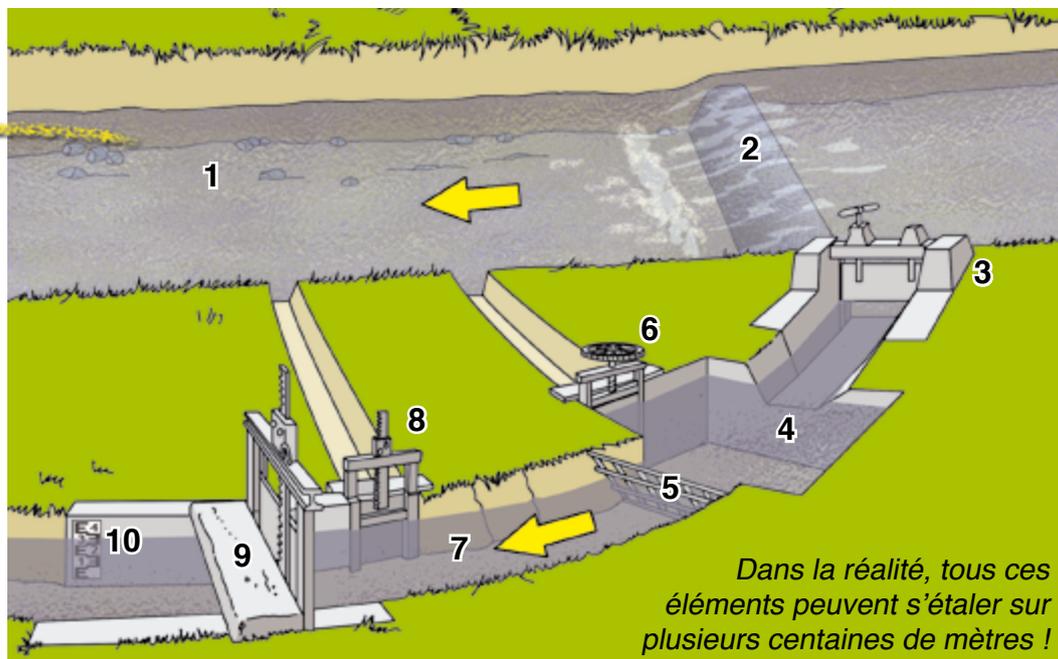
Entre la prise et le premier prélèvement, en absence de fuite, le canal a le même débit dans toutes les sections. Mais certaines conviennent mieux à l'installation de l'outil de mesure. Le choix de l'emplacement de la station de mesures est délicat, c'est pourquoi il est fait sur le terrain par le technicien après discussion avec le gestionnaire du canal.

On essaiera de privilégier une installation au plus près de la prise d'eau. Toute implantation trop éloignée doit recevoir l'aval du service de la police de l'eau.

Pour des commodités d'exploitation, les outils de mesure doivent être facilement accessibles.

EXEMPLE DE PRISE DE CANAL

1. Rivière
2. Seuil
3. Prise et vanne de tête
4. Décanteur
5. Grille
6. Vanne de chasse
7. Canal
8. Vanne de décharge
9. Vanne de régulation
10. Échelle ou Sonde



Dans la réalité, tous ces éléments peuvent s'étaler sur plusieurs centaines de mètres !

LE **R**EPÈRE 0 DE L'ÉCHELLE DOIT ÊTRE INVARIABLE DANS LE TEMPS

L'outil de mesure sera fixé sur un support stable qui permet de garantir son niveau d'altitude au centimètre près. On recherchera un ouvrage maçonné (ponceau, entrée de buse ...).

LA RELATION HAUTEUR - DÉBIT DOIT ÊTRE **U**NIQUE ET NE PAS VARIER DANS LE TEMPS

Toute modification dans l'environnement de la section de mesure, en particulier en aval, peut modifier la courbe de tarage et fausser les mesures : on parle alors de station de mesure détarée.

Ces modifications peuvent, par exemple, résulter de :

- l'ouverture ou la fermeture d'une martelière à proximité en aval.
- un mauvais entretien du canal



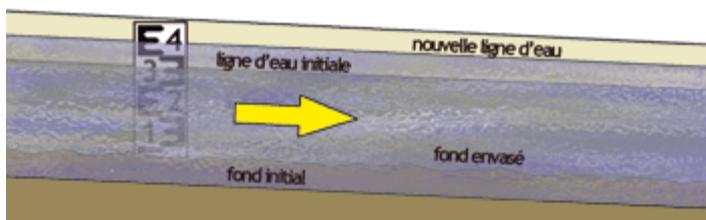
- effet de l'ouverture d'une martelière



- bord de canal effondré, arbre en travers ...



- grille d'entrée de passage busé encombrée de végétaux



- effet de l'envasement du bief

TOUT CE QUI MODIFIE L'ÉCOULEMENT DE L'EAU DANS LE CANAL PAR RAPPORT AUX CONDITIONS DU TARAGE, ENTRAÎNERA DES MESURES NON FIABLES

Il pourra être nécessaire de spécifier sur la courbe de tarage, les conditions dans lesquelles les mesures doivent être réalisées : martelière aval fermée ou ouverte, ...

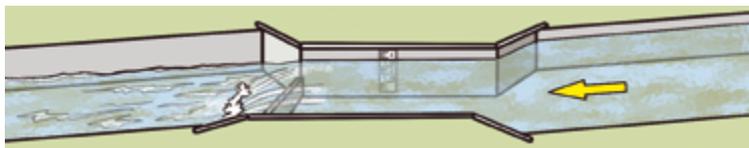
LA RELATION HAUTEUR - DÉBIT DOIT ÊTRE **S**ENSIBLE

Une faible variation de débit doit se traduire par une variation appréciable de la hauteur d'eau à l'échelle. Cela suppose une vitesse de l'eau relativement faible et une section de canal pas trop large par rapport à la hauteur d'eau. Choisir une section à l'entrée d'un passage busé est en général une bonne solution.

Si la pente du canal est trop forte, la mesure est difficile, imprécise et peu sensible car l'eau s'écoule en régime torrentiel.

Un **déversoir** permet de créer une zone plus propice à des mesures fiables. On peut ainsi ralentir la vitesse de l'eau, rétrécir la largeur d'un canal.

Les courbes de tarage des déversoirs sont connues a priori, ce qui simplifie le tarage de la station de mesures.

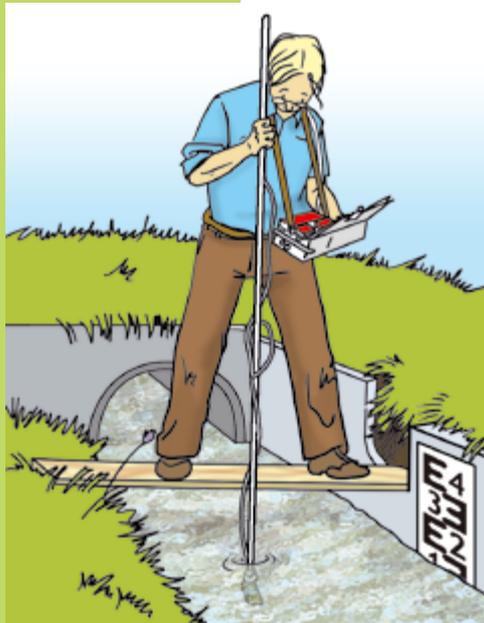


- exemple de déversoir rectangulaire à paroi mince

SI LE DÉBIT AUGMENTE,
LE NIVEAU
DU FIL D'EAU MONTE

TARER LA STATION DE MESURE, C'EST ÉTABLIR LA CORRESPONDANCE ENTRE HAUTEUR ET DÉBIT

LA FIABILITÉ DES MESURES DÉPEND DU SOIN APPORTÉ À ÉTABLIR LA COURBE DE TARAGE



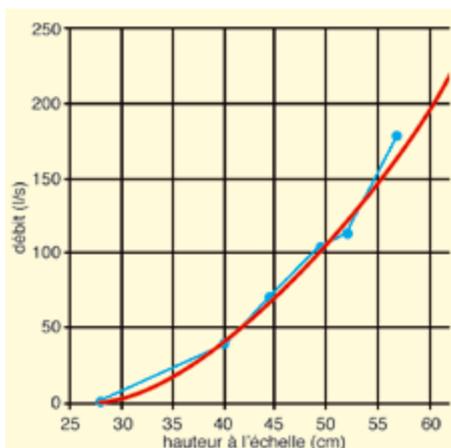
Pour faire ce tarage, le technicien, responsable de la pose de l'appareil, effectue différentes mesures régulièrement réparties depuis le débit maximal admissible par le canal jusqu'au débit nul, pour 4 à 5 niveaux de fil d'eau.

A partir de ces données, il établit **la courbe de tarage** et le **tableau de correspondance ou abaque** qui sont remis au gestionnaire du canal.

Celui-ci peut alors effectuer régulièrement des relevés sur l'échelle ou interroger la sonde et ensuite, déterminer les volumes d'eau qui transitent dans son canal.

Hauteur (cm)	Débit (l/s)	Hauteur (cm)	Débit (l/s)
28	0	45	70
29	1	46	77
30	2	47	84
31	4	48	92
32	6	49	99
33	9	50	107
34	12	51	116
35	16	52	124
36	20	53	133
37	24	54	142
38	29	55	151
39	34	56	160
40	39	57	170
41	45	58	180
42	50	59	190
43	57	60	201
44	63	61	211

SI TOUTES LES CONDITIONS D'INSTALLATION ET DE MESURES SONT RESPECTÉES, ON PEUT ESPÉRER UNE PRÉCISION DANS LA MESURE DES DÉBITS DE +/- 10 % !



Exemple de courbe de tarage tracée à partir des points de mesure

Exemple d'abaque donnant directement les valeurs de débit

- Le tarage est spécifique de la section. Il n'est pas connu a priori. Si l'on change de section, le tarage n'est plus valable.
- Si des travaux ont lieu en aval de la station de mesure (reprofilage, busage ...), il est nécessaire de faire réétalonner le système de mesure.
- Si l'emplacement est bien choisi et si les conditions de mesures ne changent pas, le tarage peut être définitif. Mais, par sécurité, il est conseillé de refaire un tarage tous les 5 ans environ.



TENIR À JOUR UN REGISTRE ET ENTREtenir LE CANAL

LA FIABILITÉ DES MESURES DÉPEND DE LA RÉGULARITÉ DES MESURES

Pour évaluer les volumes dérivés dans le canal, il faut connaître la durée pendant laquelle le débit peut être considéré comme constant. Il est donc nécessaire de tenir à jour un registre des opérations effectuées. Ce registre est à conserver au moins 3 ans, durée pendant laquelle il peut être réclamé par l'administration.

En cas d'interrogation sur la réglementation, il est vivement conseillé de se renseigner auprès de l'administration de son département.

Il est indispensable de noter le jour et l'heure de chaque évènement entraînant une modification du débit du canal lors :

- du début et fin de campagne,
- de l'arrêt momentané du canal, à la fermeture et à la réouverture,
- du changement de réglage de la vanne de tête

La mesure doit se faire après stabilisation du niveau.

Une mesure est nécessaire au moins un fois par mois, et plus en cas de sécheresse.

EXEMPLE D'ENREGISTREMENT ET DE CALCULS «MANUELS»



Exemple de calcul :
du 1 juin 8h au
30 juin 20h
29 jours 12 heures
= 29 + (12 / 24)
= 29,5 jours

Le volume V
écoulé au cours d'une
période T durant laquelle
le débit Q est constant,
sera égal à :

$$V (m^3) = Q (m^3/s) \times T (s)$$

Rappel :
un débit de 1 l/s =
0,001 m³/s = 3,6 m³/h
= 86,4 m³/j

en jours, valeur décimale lu à l'échelle déduit de la courbe de tarage Volume = débit x durée x 86,4 calculé

Date / heure	Durée (j)	Niveau (cm)	Débit (l/s)	Volume (m ³)	Observation
1 juin 8:00		63	233		Mise en eau du canal
	29,50			593 870	
30 juin 20:00		28	0		Fermeture du canal suite à un violent orage
	4,50			0	
5 juillet 8:00		50	107		Réouverture du canal
	32,17			297 374	
6 août 12:00		45	70		Changement de régime
	25,79			155 988	
1 sept 7:00		39	34		Changement de régime
	30,54			89 719	
1 oct 20:00		28	0		Fermeture définitive du canal
				1 136 952	

Volume total d'eau dérivé dans le canal pendant la saison

Les débits mesurés peuvent être réclamés par la **Police de l'Eau** pour vérifier la conformité avec la Loi sur l'Eau et, éventuellement, pour gérer une situation de crise (sécheresse).

Le calcul des volumes servira à faire la déclaration de prélèvement à l'**Agence de l'Eau** et, avec la déclaration de surfaces, déterminera la redevance.

AVEC UNE SONDE

L'enregistrement des niveaux est automatique, avec un pas de temps que l'on choisit (1/4 h, 1/2 h, ...). Un logiciel de calcul sur ordinateur transforme la hauteur en débit, puis en volume écoulé. Il convient de vérifier de temps en temps le calage de la sonde par rapport à l'échelle en comparant les hauteurs mesurées par les 2 outils.